



Reviews in Civil Engineering,
v.04, n.1, p.34-41, Maret 2020

P-ISSN 2614-3100
E-ISSN 2614-3119

jurnal.untidar.ac.id/index.php/civilengineering/

Analisis Pengaruh Hambatan Samping dan *Pelican Crossing* Terhadap Kapasitas Jalan

(Studi Kasus: Jalan Tidar, Kota Magelang)

Salya Audina¹, Sudarno¹, Sat Agus Yuwana¹

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar
Jl. Kapten Suparman 39 Potrobangsari, Magelang Utara, Magelang, Jawa Tengah 56116
Corresponding Author: salyacchan@gmail.com

Abstrak: Fasilitas pelengkap jalan yang paling penting bagi pejalan kaki adalah jalur pedestrian. Mobilitas pejalan kaki memiliki fasilitas yang kurang tercukupi, sehingga terjadi lalu lintas yang semerawut. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui tingkat pelayanan jalan akibat hambatan samping, hubungan antara *pelican crossing* dengan kapasitas jalan terhadap panjang antrian dan kebutuhan fasilitas penyeberang jalan yang ideal dalam meningkatkan tingkat pelayanan jalan. Penelitian ini menggunakan metode PKJI 2014 dengan cara data arus lalu lintas yang diperoleh dibagi dengan kapasitas jalan untuk memperoleh tingkat pelayanan jalan. Gelombang kejut digunakan untuk mendapatkan panjang antrian kendaraan yang diperoleh dari hubungan antar parameter lalu lintas. Fasilitas penyeberang jalan yang ideal didapat dari PV^2 dari data survei. Hasil yang diperoleh yaitu tingkat pelayanan jalan akibat hambatan samping di Jalan Tidar yang terendah yaitu pada hari Selasa, 17 Desember 2019 pada jam 16.00-17.00 didapat nilai D , yaitu arus mendekati tidak stabil tetapi kecepatan masih bisa dikendalikan. Hubungan antara *pelican crossing* terhadap panjang antrian di Jalan Tidar yaitu panjang antrian maksimum (QM) yang dihasilkan adalah 0,08720454949 km atau 87,20 m. Berdasarkan Tata Cara Perencanaan Fasilitas Pejalan Kaki di Kawasan Perkotaan (1995), hasil PV^2 yang diperoleh yaitu $7,613 \times 10^9$. Fasilitas penyeberang jalan yang ideal di Jalan Tidar menggunakan pelican dengan pelindung.

Kata Kunci: Tingkat Pelayanan Jalan, Hambatan Samping, *Pelican Crossing*, Panjang Antrian

ABSTRACT: The most important complementary facility for pedestrians is the pedestrian lane. Pedestrian mobility has inadequate facilities, resulting in chaotic traffic. The aim of this study is to determine the level of road service due to side barriers, the correlation between *pelican crossing* with the capacity of the road to the length of the queue and the need for an ideal crossing facility in increasing the level of road service. This research uses PKJI 2014 method by means of traffic flow data obtained divided by road capacity to obtain the level of road service. Shock wave is used to get the length of the vehicle queue obtained from the correlation between traffic parameters. Ideal crossing facilities are obtained from PV^2 from surveyed data. The results obtained are the level of road service due to side obstacles on the lowest Tidar Street, namely on Tuesday, December 17, 2019 at 4pm to 5pm obtained value D , which is approaching unstable flow but the speed can still be controlled. The correlation between *pelican crossing* to the length of the queue on Tidar Street is the maximum queue length (QM) result is 0.08720454949 km or 87.20 m. Based on the Procedure for Planning Pedestrian Facilities in Urban Areas (1995), the PV^2 results obtained were $7,613 \times 10^9$. The ideal crossing facility on Tidar Street uses a protective *pelican*.

Keyword: Level of Road Service, Side Barriers, *Pelican Crossing*, Length of The Queue

PENDAHULUAN

Kota Magelang merupakan salah satu kota di Indonesia yang melakukan konsep Kota Hijau, yaitu pengadaan jalur pejalan kaki untuk mengurangi dampak permasalahan kota. Kota Magelang mengalami pertumbuhan penduduk yang cepat, yang mengakibatkan Kota Magelang mengalami permasalahan yang kompleks seperti halnya yang terjadi di kota-kota besar di Indonesia. Pertumbuhan penduduk tersebut mengakibatkan kemacetan, permukiman kumuh, kesenjangan sosial, dan berkurangnya luasan ruang terbuka hijau, dikarenakan adanya kepentingan hidup masyarakat yang meningkat dan pertumbuhan bangunan (Ikhsani dan Khadiyanta, 2015).

Selain fasilitas jalur pedestrian atau jalur pejalan kaki, terdapat fasilitas penyeberangan jalan yaitu jembatan penyeberangan orang, *zebra cross* dan *pelican crossing*. *Pelican crossing* merupakan pengembangan dari *zebra cross* dan hampir sama dengan *traffic light*. Penggunaan

tombol dan bunyi pada *pelican crossing* dijadikan sebagai alat bantu penyeberang jalan. Dalam hal ini, dibutuhkan pengertian yang tinggi bagi pengguna kendaraan agar pejalan kaki selalu diprioritaskan disaat *pelican crossing* digunakan (Sari, dkk. 2016).

Salah satu *pelican crossing* di Kota Magelang terdapat di Jalan Tidar. Jalan Tidar adalah salah satu jalan kolektor dan merupakan salah satu jalan yang mempunyai peranan penting bagi penduduk Kota Magelang dalam mendukung perkembangan sektor-sektor perdagangan dan jasa. Jalan Tidar juga tidak terlepas dari masalah kemacetan, tepatnya di RSUD Kota Magelang dimana hampir setiap hari mengalami kemacetan pada pagi dan sore hari. Akibatnya, Jalan Tidar yang seharusnya memiliki dua lajur menjadi hanya memiliki satu lajur dikarenakan tingginya aktivitas penyeberangan dan hambatan samping di RSUD Tidar yang terletak di Jalan Tidar. Jalan Tidar mengalami ruas jalan yang macet, kecepatan rendah, volume kendaraan lebih besar dari kapasitas jalan yang ada, parkir kendaraan mengambil



badan dan bahu jalan, antrian panjang dan terjadi hambatan-hambatan yang besar sehingga arus lalu lintas menjadi terhambat terutama akibat area parkir yang terbatas (Ofansha, dkk., 2017).

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini yaitu:

1. Menganalisis tingkat pelayanan jalan akibat hambatan samping di Jalan Tidar.
2. Menganalisis tingkat pelayanan jalan yang ideal di Jalan Tidar.
3. Menganalisis hubungan antara hambatan samping dengan kapasitas jalan.
4. Menganalisis hubungan antara *pelican crossing* dengan kapasitas jalan terhadap panjang antrian.
5. Menganalisis kebutuhan fasilitas penyeberang jalan yang ideal dalam meningkatkan tingkat pelayanan jalan di area studi kasus.

Batasan-batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Lokasi penelitian dilakukan di sepanjang Jalan Tidar, Kota Magelang, tepatnya berada di depan Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Tidar.
2. Penelitian dilakukan pada jam sibuk pagi 06.00-08.00, jam sibuk sore 16.00-18.00, dan jam tidak sibuk pagi 05.00-06.00, siang 11.00-13.00 dan malam 22.00-23.00.
3. Kendaraan yang diamati adalah semua jenis kendaraan yang menggunakan jalan di area penelitian.
4. Analisis pengolahan data menggunakan acuan dari Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014 tentang kinerja ruas jalan, Model *Greenshield* tentang hubungan matematis volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas. Gelombang kejut untuk menentukan panjang antrian dan waktu penormalan yang diakibatkan oleh adanya hambatan berupa pengurangan kapasitas jalan ataupun penutupan jalur. Direktorat Jenderal Bina Marga 1995 tentang tata cara perencanaan fasilitas pejalan kaki di kawasan perkotaan.
5. Metode yang digunakan yaitu tingkat pelayanan jalan menggunakan PKJI 2014 dengan pengaruh dari hambatan samping yang terjadi di area studi, hubungan matematis antar parameter yaitu volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas menggunakan Model *Greenshield*. Setelah didapat hubungan matematis antara arus dan kepadatan, lalu dicari panjang antrian dan waktu penormalan menggunakan analisis gelombang kejut.
6. Direkomendasikan tipe penyeberangan yang sesuai menggunakan metode dari Bina Marga 1995 tentang tata cara perencanaan fasilitas pejalan kaki 7 di kawasan perkotaan.

TINJAUAN PUSTAKA

Arus Lalu Lintas (Q)

Berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014, arus lalu lintas adalah jumlah kendaraan bermotor yang melalui suatu titik pada suatu penggal jalan per satuan waktu yang dinyatakan dalam satuan kend/jam (Q_{kend}), atau skr/jam (Q_{skr}), atau skr/hari (LHRT). Dalam menentukan arus lalu lintas, masing-masing volume jenis kendaraan dikalikan dengan ekuivalen kendaraan ringan (ekr). Ekuivalen kendaraan ringan (ekr) adalah faktor penyeragaman satuan dari beberapa tipe kendaraan dibandingkan terhadap KR sehubungan dengan pengaruhnya kepada karakteristik arus campuran (untuk mobil penumpang dan/atau kendaraan ringan yang sama sasisnya memiliki ekr = 1,0).

$$Q = (SM \times ekr_{SM}) + (KR \times ekr_{KR}) + (KB \times ekr_{KB}) \dots\dots (1)$$

keterangan:

Q = Arus dan komposisi lalu lintas (skr/jam)

SM = Jumlah kendaraan sepeda motor pada waktu tertentu

ekr SM = Ekuivalensi sepeda motor

KR = Jumlah kendaraan ringan pada waktu tertentu

ekr KR = Ekuivalensi kendaraan ringan

KB = Jumlah kendaraan berat pada waktu tertentu

ekr KB = Ekuivalensi kendaraan berat

Kapasitas (C)

Kapasitas dalam Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014) didefinisikan sebagai arus lalu lintas maksimum dalam satuan ekr/jam yang dapat dipertahankan sepanjang segmen jalan tertentu dalam kondisi tertentu, yaitu yang melingkupi geometrik, lingkungan, dan lalu lintas.

$$C = C_0 \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK} \dots\dots\dots (2)$$

keterangan:

C = kapasitas jalan (skr/jam)

C_0 = Kapasitas dasar untuk kondisi tertentu (skr/jam)

FC_{LJ} = Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas

FC_{PA} = Faktor penyesuaian pemisah arah

FC_{HS} = Faktor penyesuaian hambatan samping

FC_{UK} = Faktor penyesuaian ukuran kota.

Kriteria Kelas Hambatan Samping

Hambatan samping adalah kegiatan di samping segmen jalan yang berpengaruh terhadap kinerja lalu



lintas. KHS ditetapkan dari jumlah total nilai frekuensi kejadian setiap jenis hambatan samping yang diperhitungkan yang masing-masing telah dikalikan dengan bobotnya.

Derajat Kejenuhan (DJ)

Berdasarkan PKJI (2014), derajat kejenuhan adalah ukuran utama yang digunakan untuk menentukan tingkat kinerja segmen jalan. Nilai DJ menunjukkan kualitas kinerja arus lalu lintas dan bervariasi antara nol sampai dengan satu. Nilai yang mendekati nol menunjukkan arus yang tidak jenuh yaitu kondisi arus yang lengang dimana kehadiran kendaraan lain tidak mempengaruhi kendaraan yang lainnya. Nilai yang mendekati 1 menunjukkan kondisi arus pada kondisi kapasitas, kepadatan arus sedang dengan kecepatan arus tertentu yang dapat dipertahankan selama paling tidak satu jam. Menurut PKJI 2014, nilai derajat kejenuhan (DS) yang diperbolehkan untuk transportasi perkotaan maksimal senilai 0,85.

$$D_j = Q / C \dots\dots\dots (3)$$

keterangan:

Q = Arus lalu lintas (skr/jam)

C = Kapasitas (skr/jam)

Kecepatan Arus Bebas (V_B)

Berdasarkan PKJI 2014, nilai V_B jenis Kendaraan Ringan ditetapkan sebagai kriteria dasar untuk kinerja segmen jalan, nilai V_B untuk Kendaraan Berat dan Sepeda Motor ditetapkan hanya sebagai referensi. V_B untuk Kendaraan Ringan biasanya 10-15% lebih tinggi dari tipe kendaraan lainnya.

$$V_B = (V_{BD} + V_{BL}) \times FV_{BHS} \times FV_{BUK} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

V_B = Kecepatan arus bebas untuk Kendaraan Ringan pada kondisi lapangan (km/jam).

V_{BD} = Kecepatan arus bebas dasar untuk Kendaraan Ringan (km/jam).

V_{BL} = Nilai penyesuaian kecepatan akibat lebar jalan (km/jam).

FV_{BHS} = Faktor penyesuaian kecepatan bebas akibat hambatan samping pada jalan yang memiliki bahu atau jalan yang dilengkapi kereb/trotoar dengan jarak kereb ke penghalang terdekat.

FV_{BUK} = Faktor penyesuaian kecepatan bebas untuk ukuran kota.

Hubungan Matematis Volume, Kecepatan, dan Kepadatan Lalu Lintas

Hubungan antara Kecepatan-Kepadatan (S-D) membentuk diagram linier atau garis lurus dengan persamaan $y = Ax + B$. Hubungan antara Volume-Kepadatan (V-D) dan hubungan antara Arus-Kecepatan (V-S) membentuk diagram parabola membuka ke bawah dengan persamaan $y = -Ax^2 + Bx + C$.

Hubungan matematis antara kecepatan, arus, dan kepadatan dapat dinyatakan dengan :

$$Q = D \cdot S \dots\dots\dots (5)$$

keterangan:

Q = Arus (skr/jam)

D = Kepadatan (skr/km)

S = Kecepatan (km/jam)

Gelombang Kejut

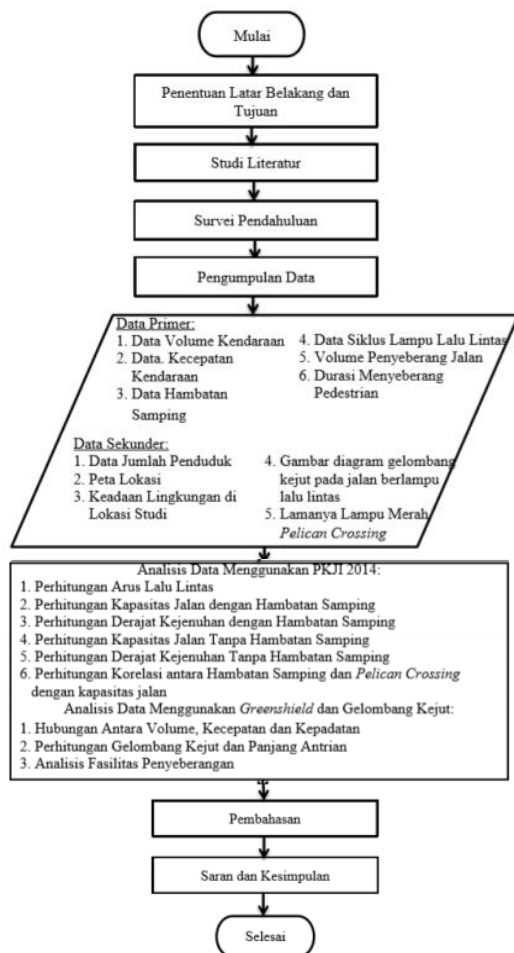
Gelombang kejut (shock wave) didefinisikan sebagai gerakan atau perjalanan sebuah perubahan arus lalu lintas yang merupakan dasar dari penentuan panjang antrian dan waktu penormalan yang diakibatkan oleh adanya hambatan berupa pengurangan kapasitas jalan ataupun penutupan jalur (Pesik, dkk., 2017). Gelombang kejut pada jalan berlampu lalu lintas dapat dianalisis apabila hubungan matematis antara arus-kepadatan telah diketahui dan kondisi arus lalu lintas telah ditentukan.

Penyeberang Jalan

Menurut Dirjen Bina Marga tahun 1995 tentang Tata cara Perencanaan Fasilitas Pejalan Kaki di Kawasan Perkotaan, penyeberang jalan adalah pejalan kaki yang memotong arus lalu lintas yang ada dimana harus dilakukan pengaturan lalu lintas, baik dengan lampu pengatur ataupun dengan marka penyeberangan atau tempat penyeberangan yang tidak sebidang. Pada rumus empiris Jumlah Tingkat Konflik (PV^2), di mana P adalah arus pejalan kaki yang menyeberang ruas jalan sepanjang 100 m tiap jam-nya (pejalan kaki/jam) dan V adalah arus kendaraan tiap jam dalam 2 (dua) arah (kendaraan/jam). P dan V merupakan arus rata-rata pejalan kaki dan kendaraan pada 4 jam sibuk.

METODOLOGI PENELITIAN

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini ditunjukkan dengan diagram alur penelitian yang terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Volume Lalulintas (Q)

Volume lalulintas yang digunakan untuk mendapatkan derajat kejenuhan yaitu Volume Jam Puncak (VJP).

Tabel 1 Volume Jam Perencanaan

| Waktu | Selasa (skr/jam) | | Sabtu (skr/jam) | |
|-------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|
| | LHR | VJP (LHR*0,9036) | LHR | VJP (LHR*0,9036) |
| 05.00-06.00 | 509,1 | 460,0228 | 488,1 | 441,0472 |
| 06.00-07.00 | 1900,85 | 1717,608 | 1394,7 | 1260,251 |
| 07.00-08.00 | 1573,1 | 1421,453 | 1530 | 1382,508 |
| 11.00-12.00 | 1939,35 | 1752,397 | 1871,25 | 1690,862 |

| | | | | |
|-------------|---------|----------|---------|----------|
| 12.00-13.00 | 2149,25 | 1942,062 | 1880,55 | 1699,265 |
| 16.00-17.00 | 2207,6 | 1994,787 | 2003,4 | 1810,272 |
| 17.00-18.00 | 2293,7 | 2072,587 | 1898,35 | 1715,349 |
| 22.00-23.00 | 419,8 | 379,3313 | 758,05 | 684,974 |

Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (D_j) didapat dari Arus lalulintas (Q) disbanding dengan Kapasitas jalan (C).

Tabel 2 Derajat Kejenuhan

| Hari | Waktu | Q (skr/jam) | C (skr/jam) | D_j | LOS |
|--------|-------------|-------------|-------------|-------|-----|
| Selasa | 06.00-07.00 | 1717,608 | 3015,144 | 0,57 | C |
| | 07.00-08.00 | 1421,453 | 3015,144 | 0,47 | C |
| | 11.00-12.00 | 1752,397 | 2822,688 | 0,62 | C |
| | 12.00-13.00 | 1942,062 | 2822,688 | 0,69 | C |
| | 16.00-17.00 | 1994,787 | 2630,232 | 0,76 | D |
| | 17.00-18.00 | 2072,587 | 2822,688 | 0,73 | C |
| Sabtu | 06.00-07.00 | 1260,251 | 2822,688 | 0,45 | C |
| | 07.00-08.00 | 1382,508 | 2822,688 | 0,49 | C |
| | 11.00-12.00 | 1690,862 | 2630,232 | 0,64 | C |
| | 12.00-13.00 | 1699,265 | 2630,232 | 0,65 | C |
| | 16.00-17.00 | 1810,272 | 2822,688 | 0,64 | C |
| | 17.00-18.00 | 1715,349 | 2630,232 | 0,65 | C |

Kecepatan Arus Bebas (V_B)

Rata-rata hambatan sampling yang terjadi selama dua hari survei yaitu 859,817 kejadian. Rata-rata hambatan sampling tersebut termasuk dalam kategori tinggi (T).

Tabel 3 Kecepatan Arus Bebas

| Parameter | Keterangan | Parameter | Keterangan |
|--|------------|-------------------|------------|
| Tipe Jalan | 2 / 1 | V_{BD} (km/jam) | 55 |
| Lebar lajur efektif (m) | 4 | V_{BL} (km/jam) | 4 |
| Jarak kereb ke penghalang terdekat (m) | > 2 | FV_{BHS} | 0,88 |
| KHS | T | | |



| | | | |
|-----------------------------|----------|-------------------|--------|
| Jumlah penduduk 2019 (juta) | 0,121205 | FV _{BUK} | 0,94 |
| V _B (km/jam) | | | 48,805 |

Hubungan Antara Volume, Kecepatan, dan Kepadatan

Untuk mempresentasikan hubungan matematis antara volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas digunakan Model *Greenshield*.

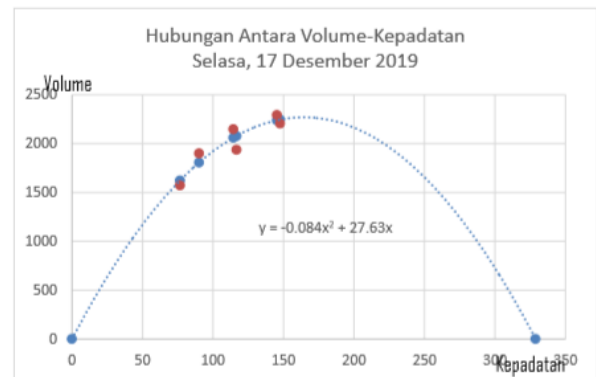
Tabel 4 Parameter Karakteristik Arus Lalu Lintas

| Model | <i>Greenshield</i> | |
|--------------------------|--|---|
| | Selasa | Sabtu |
| A | 27,62964397 | 35,02674558 |
| B | -0,08402875 | -0,163355555 |
| S _{ff} (km/jam) | 27,62964397 | 35,02674558 |
| D _j (smp/km) | 328,811795 | 214,4202903 |
| S-D | $S = 27,62964397 - 0,08402875 D$ | $S = 35,02674558 - 0,163355555 D$ |
| V-D | $V = 27,62964397 \cdot D - 0,08402875 D^2$ | $V = 35,02674558 \cdot D - 0,163355555 D^2$ |
| V-S | $V = 328,811795 \cdot S - 11,90068882 S^2$ | $V = 214,4202903 \cdot S - 6,121616119 S^2$ |
| R ² | 0,885105745 | 0,704824652 |

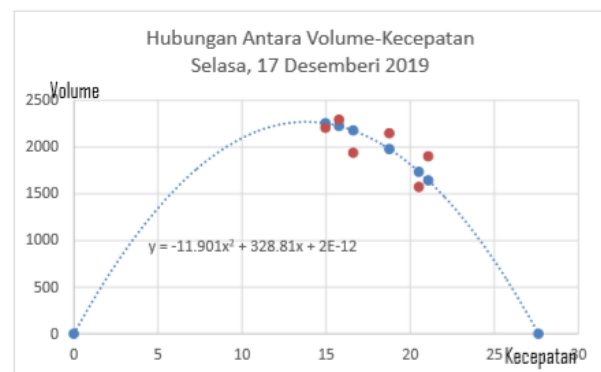
Parameter-parameter diatas ditunjukkan pada grafik hubungan antara Kecepatan-Kepadatan (S-D) yang membentuk diagram linier atau garis lurus, Volume-Kepadatan (V-D) yang membentuk diagram parabola membuka ke bawah, dan Arus-Kecepatan (V-S) yang membentuk diagram parabola membuka ke bawah. Ketiga parameter tersebut saling berhubungan satu sama lain.



Gambar 2 Hubungan Antara Kecepatan-Kepadatan



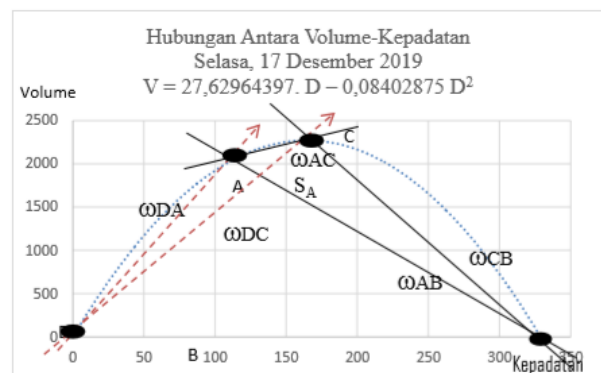
Gambar 3 Hubungan Antara Volume-Kepadatan



Gambar 4 Hubungan Antara Volume-Kecepatan

Gelombang Kejut

Untuk menentukan model yang dipilih untuk menghitung gelombang kejut, maka digunakan nilai koefisien (R^2) yang tertinggi, yaitu model *Greenshield* pada hari Selasa, 17 Desember 2019 dengan nilai $R^2 = 0,885105745$ yang memiliki persamaan $V = 27,62964397 \cdot D - 0,08402875 D^2$.



Gambar 5 Hubungan Antara Volume-Kepadatan



- Kondisi A dengan nilai $V_A = 2000$ skr/jam didapat berdasarkan arus yang terjadi pada jam sibuk setiap hari, maka $D_A = 107,591098$ skr/km.
- Kondisi B dengan nilai $V_B = 0$ skr/jam, maka $D_B = 328,8117932$ skr/km.
- Kondisi C dengan nilai $V_C = 2271,237542$ skr/jam, maka $D_C = 164,405896612766$ skr/km.
- Kondisi D dengan nilai $V_D = 0$ skr/jam, maka $D_D = 0$ skr/km.

Ada tiga gelombang kejut yang terbentuk pada t_1 , yaitu pada saat kendaraan mulai berhenti adalah:

$$\begin{aligned} \text{a. } \omega_{DA} &= \frac{VA-VD}{DA-DD} = S_A \\ \omega_{DA} &= \frac{107,591098-0}{2000-0} = 18,5888985 \text{ km/jam} \\ \text{b. } \omega_{DB} &= \frac{VB-VD}{DB-DD} = 0 \\ \omega_{DB} &= \frac{328,8117932-0}{0-0} = 0 \text{ km/jam} \\ \text{c. } \omega_{AB} &= \frac{VB-VA}{DB-DA} = -\frac{VA}{DB-DA} \\ \omega_{AB} &= \frac{0-2000}{328,8117932-DA} \\ \omega_{AB} &= -\frac{2000}{328,8117932-107,591098} = -9,040745479 \text{ km/jam.} \end{aligned}$$

Pada saat t_2 , lampu *Pelican Crossing* berubah dari merah ke hijau, yaitu kendaraan yang mengantri mulai berjalan. Ada dua gelombang kejut yang terbentuk pada saat t_2 , yaitu:

$$\begin{aligned} \text{a. } \omega_{DC} &= \frac{VC-VD}{DC-DD} = S_C \\ \omega_{DC} &= \frac{2271,237542-0}{164,405896612766-0} = 13,80993739 \text{ km/jam} \\ \text{b. } \omega_{CB} &= \frac{VB-VC}{DB-DC} = -\frac{VC}{DB-DC} \\ \omega_{CB} &= \frac{0-2271,237542}{328,8117932-164,405896612766} = -13,81481802 \text{ km/jam.} \end{aligned}$$

Waktu t_3-t_2 adalah selang waktu antara kendaraan pertama mengantri mulai bergerak melewati *Pelican Crossing* dengan kendaraan yang paling belakang mulai berjalan kembali. r adalah durasi efektif lampu merah dalam satuan detik.

Selang waktu antara t_2 sampai dengan t_3 dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned} t_3 - t_2 &= r \cdot \left[\frac{\omega_{AB}}{\omega_{CB}-\omega_{AB}} \right] \\ t_3 - t_2 &= 12 \cdot \left[\frac{(-9,040745479)}{(-13,81481802)-(-9,040745479)} \right] = 22,72461191 \text{ detik} \end{aligned}$$

Panjang antrian maksimum (Q_M) terjadi pada saat t_3 . Panjang antrian maksimum dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q_M = \frac{r}{3600} \cdot \left[\frac{\omega_{CB} \cdot \omega_{AB}}{\omega_{CB}-\omega_{AB}} \right]$$

$$Q_M = \frac{12}{3600} \cdot \left[\frac{(-13,81481802) \cdot (-9,040745479)}{(-13,81481802)-(-9,040745479)} \right] = 0,08720454949 \text{ km}$$

Pada saat waktu t_3 terbentuklah suatu gelombang kejut yang baru, yaitu gelombang kejut ω_{AC} yang dapat dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned} \omega_{AC} &= \frac{VC-VA}{DC-DA} \\ \omega_{AC} &= \frac{2271,237542-2000}{164,405896612766-107,591098} = 4,774065008 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Waktu penormalan t_4-t_2 adalah selang waktu yang dibutuhkan kendaraan yang pertama sampai antrian kendaraan terakhir melewati *Pelican Crossing*.

Waktu penormalan $t_4-t_2 = T$ dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned} t_4 - t_2 &= \frac{r \cdot \omega_{AB}}{(\omega_{CB}-\omega_{AB})} \cdot \left| \frac{\omega_{CB}}{\omega_{AC}} + 1 \right| \\ t_4 - t_2 &= \frac{12 \cdot (-9,040745479)}{(-13,81481802)-(-9,040745479)} \cdot \left| \frac{(-13,81481802)}{4,774065008} + 1 \right| \\ t_4 - t_2 &= 52,50271378 \text{ detik} \end{aligned}$$

Fasilitas Penyeberang Jalan yang Ideal

Kebeutuhan fasilitas penyeberang jalan yang ideal didapat dari jumlah penyeberang jalan dikalikan dengan kuadrat dari volume kendaraan. Survei dilakukan selama dua hari yaitu Selasa, 17 Desember 2019 dan Sabtu, 21 Desember 2019. Setelah itu dicari P dan V empat jam tersibuknya perhari dari keseluruhan interval jam.

Tabel 5 Hasil PV^2 dan Empat Jam Tersibuk

| Hari | Waktu | P (Orang) | V (Kend.) | PV^2 | 4 Jam Tersibuk |
|--------|-------------|-----------|-----------|------------------------|----------------|
| Selasa | 06.00-07.00 | 221 | 4687 | 4.854.921.149 | Ya |
| | 07.00-08.00 | 212 | 3388 | 2.433.451.328 | - |
| | 11.00-12.00 | 284 | 3690 | 4.453.574.400 | Ya |
| | 12.00-13.00 | 249 | 4077 | 4.138.860.361 | - |
| | 16.00-17.00 | 478 | 5077 | 1,232x10 ¹⁰ | Ya |
| | 17.00-18.00 | 700 | 4804 | 1,615x10 ¹⁰ | Ya |
| Sabtu | 06.00-07.00 | 136 | 4962 | 3.348.516.384 | Ya |
| | 07.00-08.00 | 199 | 4094 | 3.335.406.364 | - |
| | 11.00-12.00 | 351 | 3573 | 4.480.981.479 | Ya |
| | 12.00-13.00 | 193 | 3885 | 2.912.992.425 | - |
| | 16.00-17.00 | 374 | 4584 | 7.858.882.944 | Ya |
| | 17.00-18.00 | 471 | 4308 | 8.741.224.944 | Ya |



Dari Tabel 4.22 di atas, terdapat empat jam sibuk tiap harinya. Survei dilakukan selama dua hari, maka didapat dua kali dari empat jam sibuk. Setelah mendapatkan P dan V dari total empat jam sibuk, dicari P dan V rata-ratanya:

$$\begin{aligned} P \text{ rata-rata} &= (221 + 284 + 478 + 700 + 136 + 351 \\ &\quad + 374 + 471) / 8 \\ &= 376,875 \text{ orang/jam} \\ V \text{ rata-rata} &= (4687 + 3690 + 5077 + 4804 + 4962 \\ &\quad + 3573 + 4584 + 4308) / 8 \\ &= 4494,375 \text{ kendaraan/jam} \\ PV^2 \text{ rata-rata} &= 376,875 \times 4494,375^2 \\ &= 7,613 \times 10^9 \text{ (Pelican dengan} \\ &\quad \text{Pelindung)} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, fasilitas penyeberang jalan yang ideal berdasarkan Tata Cara Perencanaan Fasilitas Pejalan Kaki di Kawasan Perkotaan (1995) dengan hasil PV^2 yang diperoleh yaitu $7,613 \times 10^9$, fasilitas penyeberang jalan yang digunakan adalah *pelican* dengan pelindung.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Tingkat pelayanan jalan akibat hambatan samping di Jalan Tidar yaitu pada hari Selasa, 17 Desember 2019 pada jam 06.00-08.00, 11.00-13.00 dan 17.00-18.00 didapat nilai C, pada jam 16.00-17.00 didapat nilai D, yaitu arus mendekati tidak stabil tetapi kecepatan masih bisa dikendalikan. Sedangkan pada hari Sabtu, 21 Desember 2019 pada jam 06.00-08.00, 11.00-13.00 dan 16.00-18.00 didapat nilai C. Maka volume jam puncak pada hari Selasa yang didapat memiliki nilai LOS terendah yaitu D
2. Tingkat pelayanan jalan yang ideal di Jalan Tidar didapat dari kategori tingkat pelayanan jalan berdasarkan Kementerian Perhubungan, 2006 yaitu tingkat pelayanan jalan selama survei termasuk layak karena tingkat pelayanan jalan perkotaan maksimal kategori C.
3. Hubungan antara hambatan samping dengan kapasitas jalan di Jalan Tidar didapat nilai R^2 sebesar 0,8578 yaitu semakin besar hambatan samping yang terjadi, maka kapasitas jalan di lapangan semakin kecil.
4. Hubungan antara *pelican crossing* terhadap panjang antrian di Jalan Tidar yaitu panjang antrian maksimum (Q_M) yang dihasilkan adalah 0,08720454949 km atau 87,20 m. Waktu penormalan yang dibutuhkan untuk kendaraan

pertama sampai kendaraan terakhir melewati *pelican crossing* yaitu 52,50271378 detik. Semakin banyak penyeberang jalan yang menggunakan *pelican crossing* maka semakin panjang antrian kendaraan yang terjadi.

5. Berdasarkan Tata Cara Perencanaan Fasilitas Pejalan Kaki di Kawasan Perkotaan (1995), hasil PV^2 yang diperoleh yaitu $7,613 \times 10^9$. Fasilitas penyeberang jalan yang ideal di Jalan Tidar menggunakan *pelican* dengan pelindung. Tetapi, karena Jalan Tidar merupakan jalan satu arah, maka disarankan untuk menggunakan jembatan penyeberangan orang agar lalu lintas tidak terganggu akibat banyaknya aktivitas penyeberang jalan.

Saran

1. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai sumber informasi tentang tingkat pelayanan jalan terhadap hambatan samping di Jalan Tidar dan pengaruh *Pelican Crossing* terhadap panjang antrian kendaraan di Jalan Tidar.
2. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi kepada Pemerintah Kota Magelang agar pemerintah dapat memberikan fasilitas penyeberang jalan yang sesuai, sehingga penyeberang jalan dapat merasa aman dan nyaman tanpa mengganggu lalu lintas di Jalan Tidar.
3. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan mencoba metode lain, yaitu mengganti model *Greenshield* menjadi model *Underwood* atau *Greenberg*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, S. N., Soeparyanto, T. S., 2013. Tinjauan Perilaku Pejalan Kaki dan Penyeberang Jalan pada Kawasan Fakultas Pertanian Universitas Haluoleo, Universitas Haluoleo, Kendari.
- Badan Pusat Statistik, 2018. Kota Magelang dalam Angka. Badan Pusat Statistik Kota Magelang.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1995. Tata Cara Perencanaan Fasilitas Pejalan Kaki di Kawasan Perkotaan, Jakarta.
- Funan, G. A., Cornelis, R., Hunggurami, E., 2014. Studi Kinerja Jalan Akibat Hambatan Samping di Jalan Timor Raya Depan Pasar Oesao Kabupaten Kupang, Undana, Kupang.
- Hobbs, F.D., 1995. Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas, Edisi Kedua. Ed. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Ikhsani, L. N., Khadiyanta, P., 2015. Persepsi Pengguna terhadap Jalur Pejalan Kaki Jalan Pemuda Kota Magelang, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Khasani, Y., Murtiono, E. S., Sukatiman, 2014. Analisis Sistem Parkir di Badan Jalan (On Street Parking)



- Terhadap Kelancaran Berlalu Lintas di Jalan Gonilan-Pabelan (Implementasi Dari Mata Kuliah Dasar-Dasar Konstruksi Jalan Dan Jembatan), Universitas Sebelas Maret, Surakarta. Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, 2006. Peraturan Menteri Perhubungan No: KM 14 Tahun 2006 Tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan.
- Lubis, A. S., Muis, Z. A., Nasution, T., 2016, Pemodelan Hubungan Paramaeter Karakteristik Lalulintas pada Jalan Tol Belmera, USU, Medan.
- Mashuri, Ikbal, M., 2011, Studi Karakteristik Pejalan Kaki dan Pemilihan Jenis Fasilitas Penyeberangan Pejalan Kaki di Kota Palu, Universitas Tadulako, Palu. Muchtar, Chaerul. 2010. Identifikasi Tingkat Kenyamanan Pejalan Kaki Studi Kasus Jalan Kedoya Raya – Arjuna Selatan, Universitas Esa Unggul, Jakarta.
- Mudiyono, R., Anindyawati, N., 2017. Analisis Kinerja Ruas Jalan Majapahit Kota Semarang (Studi Kasus: Segmen Jalan Depan Kantor Pegadaian Sampai Jembatan Tol Gayamsari), Universitas Islam Sultan Agung, Semarang.
- Ofansha, R., Sugiarto, Anggraini, R., 2017. Analisis Tingkat Pelayanan Jalan W.R. Supratman Akibat Aktivitas Parkir di Pasar Peunayong, Banda Aceh, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.
- Pesik, B. S., Rompis, S. Y. R., Pandey, S.V., 2017, Studi Pemanfaatan Lampu Lalulintas Untuk Penyeberang Jalan dan Pengaruhnya Terhadap Panjang Antrian Kendaraan, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, 2014. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI). Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia, Bandung.
- Rizani, A., 2013, Evaluasi Kinerja Jalan Akibat Hambatan Samping, Politeknik Negeri Banjarmasin, Banjarmasin.
- Sari, R. A., Efranto, R. Y., Cahyawati, A. N., 2016. Analisis Perbandingan Utilitas dan Perilaku Pemanfaatan Pelican Crossing di Area Universitas Brawijaya, Universitas Brawijaya, Malang.
- Sondakh, C. E. N., Timboeleng, J. A., Manopo, M. E. R., 2014. Analisa Kebutuhan Pedestrian Pada Ruas Jalan Dotulolong Lasut Segmen Samping Bioskop Presiden Kota Manado, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sudarno, Fakh, A. N., Navitasari, D. N., 2018, Evaluasi Tebal Perkerasan Jalan Raya Secang-Magelang Menggunakan Metode Analisa Komponen, Universitas Tidar, Magelang.
- Tamin, O.Z., 2000. Perencanaan dan Permodelan Transportasi. Penerbit ITB, Bandung.